

5

## Druckverstärker mit hubabhängiger Bedämpfung

### 10 Technisches Gebiet

Zur Versorgung von Brennräumen selbstzündender Verbrennungskraftmaschinen mit Kraftstoff können sowohl druckgesteuerte als auch hubgesteuerte Einspritzsysteme eingesetzt werden. Als Kraftstoffeinspritzsysteme kommen neben Pumpe-Düse-Einheiten, Pumpe-Leitung-Düse-Einheiten auch Speichereinspritzsysteme zum Einsatz. Speichereinspritzsysteme (Common-Rail) ermöglichen in vorteilhafter Weise, den Einspritzdruck an Last und Drehzahl der Verbrennungskraftmaschine anzupassen. Zur Erzielung hoher spezifischer Leistungen und zur Reduktion der Emissionen in der Verbrennungskraftmaschine ist generell ein möglichst hoher Einspritzdruck erforderlich.

20

### Stand der Technik

Aus Festigkeitsgründen ist das erreichbare Druckniveau bei heute eingesetzten Speichereinspritzsystemen auf etwa 1600 bis 1800 bar begrenzt. Zur weiteren Drucksteigerung an Speichereinspritzsystemen kommen an diesen Druckverstärker zum Einsatz.

EP 0 562 046 B1 offenbart eine Betätigungs- und Ventilanordnung mit Bedämpfung für eine elektronisch gesteuerte Einspritzeinheit. Die Betätigungs- und Ventilanordnung für eine hydraulische Einheit weist einen elektrisch erregbaren Elektromagneten mit einem festen Stator und einem bewegbaren Anker auf. Der Anker weist eine erste und eine zweite Oberfläche auf. Die erste und die zweite Oberfläche des Ankers definieren einen ersten und einen zweiten Hohlraum, wobei die erste Oberfläche des Ankers dem Stator zuweist. Es ist ein Ventil vorgesehen, welches mit dem Anker verbunden ist. Das Ventil ist in der Lage, aus einem Sumpf ein hydraulisches Betätigungsfluid an die Einspritzvorrichtung zu leiten. Ein Dämpfungsfluid kann in Bezug auf einen der Hohlräume der Elektromagnetanordnung dort gesammelt werden bzw. von dort wieder abgelassen werden. Mittels eines in eine Zentralbohrung hineinragenden Bereiches eines Ventils kann die Strömungsverbindung des

Dämpfungsfluides proportional zu dessen Viskosität selektiv freigegeben bzw. verschlossen werden.

Aus DE 199 10 970 A1 sowie DE 102 18 635.9 gehen Kraftstoffeinspritzeinrichtungen hervor, die jeweils eine Druckübersetzungseinheit enthalten. Die Druckübersetzungseinheit enthält einen Arbeitsraum sowie einen Differenzdruckraum, der zur Betätigung der Druckübersetzungseinheit druckentlastbar ist. Der Differenzdruckraum und der Arbeitsraum der Druckübersetzungseinheit sind durch ein kolbenförmig ausgebildetes Übersetzungselement voneinander getrennt.

Die aus DE 199 10 970 A1 und DE 102 18 635.9 bekannten Druckübersetzungseinheiten werden durch die Druckentlastung bzw. Druckbeaufschlagung des Differenzdruckraumes betätigt, was hinsichtlich der sich einstellenden Entspannungsverluste günstiger ist. Eine abrupte Druckbeaufschlagung des Hochdruckraumes der Druckübersetzungseinheit bei Druckentlastung des Differenzdruckraumes der Druckübersetzungseinheit führt zum sofortigen Höchstdruckaufbau entsprechend der Dimensionierung des kolbenförmig ausgebildeten Übersetzungselementes der Druckübersetzungseinheit. Die Druckübersetzungseinheit baut daher im Hochdruckraum abrupt den Höchstdruck auf, was hinsichtlich einer Darstellung von Kleinstmengeneinspritzungen in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine, so zum Beispiel im Rahmen einer Voreinspritzung, unerwünscht sein kann. Mittels der aus DE 199 10 970 A1 und DE 102 18 635.9 bekannten Druckübersetzungseinheiten ist die Formung eines Einspritzdruckverlaufes hinsichtlich der Darstellung kleinster Einspritzmengen für Pilot- bzw. Voreinspritzphasen von Kraftstoff in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine nur schwierig darstellbar.

#### Darstellung der Erfindung

Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Ausbildung eines Druckverstärkers kann ein bereits im Druckverstärker enthaltenes Bauteil, welches der Rückstellfederabstützung dient, zur Hubdämpfung eingesetzt werden, indem in dieses eine Drosselstelle eingebracht wird. Durch Ausbildung einer engen Passung zwischen dem gehäusefest angeordneten nunmehr als Dämpfungselement nutzbaren Rückstellfederanschlag und dem relativ zu diesem bewegbaren kolbenförmig ausgebildeten Druckverstärkungselement des Druckverstärkers kann bei Ansteuerung des Druckverstärkers gewährleistet werden, dass durch die Drosselstelle ein vollständiger Ausgleich der Volumenvergrößerung aus dem Arbeitsraum des Druckverstärkers in einen Dämpfungsraum eingeschränkt erfolgt.

- Ferner kann am kolbenförmig ausgebildeten Druckverstärkungselement des Druckverstärkers eine beispielsweise kegelstumpfförmig ausgebildete hydraulische Fläche vorgesehen werden. Ein Teil der Fläche wird durch einen das kolbenförmig ausgebildete Druckverstärkungselement umschließenden Ringbereich des nunmehr als Dämpfungselement eingesetzten Rückstellfederanschlages umschlossen. Dadurch wird nicht die gesamte Fläche des Druckverstärkungselementes, welches den Dämpfungsraum unterhalb des Dämpfungselementes begrenzt, durch den im Arbeitsraum des Druckverstärkers herrschenden Druck beaufschlagt.
- Das kolbenförmig ausgebildete Druckverstärkungselement des Druckverstärkers fährt zwar bei Druckentlastung des Differenzdruckraumes mit einer Stirnseite in den Hochdruckraum des Druckverstärkers ein, jedoch wird ein Abströmen von unter erhöhtem Kraftstoffdruck stehenden Kraftstoff aus dem Hochdruckraum aufgrund der diesem nachgeschalteten hydraulischen Drosselquerschnitte, z. B. Bohrungen, den brennraumseitigen Sitz des Einspritzventilgliedes sowie die Spritzlöcher bei niedrigerer Druckbeaufschlagung des Hochdruckraumes in geringerem Maße erfolgen. Demzufolge verläuft die Einfahrbewegung, durch die der Druckaufbau im Hochdruckraum des Druckverstärkers erfolgt, in diesen erheblich langsamer.
- In vorteilhafter Weise kann jedoch abhängig vom Hubweg des kolbenförmig ausgebildeten Druckverstärkungselements durch eine an diesem im Bereich des Dämpfungselementes vorgesehene Steuerkante erreicht werden, dass ab deren Öffnen auch im Dämpferraum unterhalb des ringförmig ausbildbaren Dämpfungselementes der im Arbeitsraum des Druckverstärkers anstehende Arbeitsdruck auf die gesamte, dem Dämpfungsraum zuweisende hydraulische Fläche des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes einwirkt. Dadurch wird erreicht, dass der Höchstdruck im Hochdruckraum des Druckverstärkers erst bei Kraftstoffmengen eintritt, die größer sind als diejenigen, die für eine geringe Anzahl von vorzunehmenden Voreinspritzungen benötigten Kraftstoffmengen. Dies bietet den Vorteil, dass sich einerseits Voreinspritzungen mit geringer Einspritzmenge und niedrigem Einspritzdruck darstellen lassen, jedoch die volle, entsprechend der Dimensionierung des Druckverstärkers erreichbare Druckerhöhung für Haupteinspritzphasen uneingeschränkt genutzt werden kann.

#### Zeichnung

Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben.

Es zeigt:

Figur 1 einen Schnitt durch den erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckverstärker mit integriertem, hubabhängig wirkenden Dämpfungselement und

Figur 2 eine Ausführungsvariante eines hubabhängig wirkenden Dämpfungselementes.

### Ausführungsvarianten

Der in Figur 1 dargestellte Druckverstärker 1 umfasst einen Arbeitsraum 2. Der Arbeitsraum 2 des Druckverstärkers 1 wird durch eine Hochdruckleitung 3 mit unter hohem Druck stehenden Kraftstoff beaufschlagt. Die Kraftstoffquelle, die der Hochdruckleitung 3 den unter hohem Druck stehenden Kraftstoff zuführt, ist in der Zeichnung nicht näher beschrieben. Dabei kann es sich beispielsweise um ein Hochdruckförderaggregat oder um einen Hochdruckspeicherraum (Common-Rail) handeln. Der in der Zeichnung im Schnitt dargestellte Druckverstärker 1 kann im Injektorkörper eines Kraftstoffinjektors integriert sein und bevorzugt oberhalb des Kraftstoffinjektors angeordnet werden. Die Einstromrichtung des unter hohem Druck stehenden Kraftstoffes in den Arbeitsraum 2 des Druckverstärkers 1 ist mit Bezugszeichen 4 markiert.

Der Druckverstärker 1 umfasst ein kolbenförmig ausgebildetes Druckverstärkungselement 5. Das Druckverstärkungselement 5 trennt den Arbeitsraum 2 des Druckverstärkers 1 von einem Differenzdruckraum 6. Der Differenzdruckraum 6 ist über eine Steuerleitung 7 druckentlastbar bzw. druckbeaufschlagbar. Eine Absteuerung von Kraftstoffvolumen aus dem Druckraum 6 erfolgt durch die Betätigung eines in der Zeichnung nicht dargestellten Schaltventiles, beispielsweise eines Magnetventils oder eines Piezoaktors oder dergleichen. Die Strömungsrichtung des aus dem Differenzdruckraum 6 abströmenden Kraftstoffes ist durch den von der Steuerleitung 7 wegweisenden Pfeil symbolisiert, während die Einstromrichtung von Kraftstoff in den Differenzdruckraum 6 während der Rückstellphase des Druckverstärkungselementes 5 des Druckverstärkers 1 durch den auf die Steuerleitung 7 zuweisenden Pfeil angedeutet ist.

Das kolbenförmig ausgebildete Druckverstärkungselement 5 des Druckverstärkers 1 umfasst eine untere Stirnseite 8, welche in einen mit Bezugszeichen 33 identifizierten Hochdruckraum des Druckverstärkers 1 einfährt. Aus dem Hochdruckraum 33 wird bei Einfahren des kolbenförmig ausgebildeten Druckverstärkungselementes 5 ein unter erhöhtem Kraftstoffdruck stehenden Kraftstoffvolumen in eine Absteuerleitung 9 verdrängt. Die Absteuerleitung 9 kann sich beispielsweise zu einem Düsenraum erstrecken, der ein als Dü-

sennadel ausgebildetes Einspritzventilglied eines Kraftstoffinjektors umschließt. Entsprechend der Position des in der Regel in vertikaler Richtung bewegbaren Einspritzventilgliedes wird dessen brennraumseitiger Sitz freigegeben bzw. verschlossen, so dass eine Einspritzung von unter erhöhtem Kraftstoffdruck stehenden Kraftstoff in den Brennraum der selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine erfolgt oder unterbleibt.

Das den Druckverstärker 1 aufnehmende Gehäuse 10 kann einen ersten Gehäuseteil 10.1, der im Wesentlichen den Arbeitsraum 2 umschließt sowie ein weiteres Gehäuseteil 10.2 enthalten. Die beiden Gehäuseteile 10.1 bzw. 10.2 des Gehäuses 10 liegen entlang einer Gehäuseteilung 16 aneinander an.

Die Wandung des Arbeitsraumes 2 ist mit Bezugszeichen 11 gekennzeichnet und wird durch den Werkstoff des ersten Gehäuseteiles 10.1 des Gehäuses 10 gebildet. Das kolbenförmig ausgebildete Druckverstärkungselement 5 umfasst eine im oberen Bereich des Arbeitsraumes 2 angeordnete Stützscheibe 12. An der Stützscheibe 12 stützt sich ein Rückstellfederelement 13 ab, welches mit an seinem der Stützscheibe 12 entgegengesetzten Ende auf einem scheibenförmig ausgebildeten Dämpfungselement 15 ruht. Das Dämpfungselement umfasst eine Stützfläche 14, auf der die Rückstellfeder 13 aufliegt. Das Dämpfungselement 15 stützt sich entlang einer Aufsatzfläche 17 am zweiten Gehäuseteil 10.2 des Gehäuses 10 ab. Es ist stationär im ersten Gehäuseteil 10.1 aufgenommen und wird beim Fügen des mehrteilig ausgebildeten Gehäuses 10 in eine Ausnehmung oberhalb der Teilungsfuge der Gehäuseteilung 16 in das erste Gehäuseteil 10.1 eingelassen.

Das Dämpfungselement 15 umfasst einen Außenring 19 und einen Innenring 20. Am unteren Ende des Außenringes 19 des Dämpfungselementes 15 befindet sich eine Ringfläche, die sich auf der bereits erwähnten Aufsatzfläche 17 des Dämpfungselementes 15 am zweiten Gehäuseteil 10.2 abstützt. Das Dämpfungselement 15 umfasst ferner eine Begrenzungsfläche 23, die einen Dämpfungsraum 22 begrenzt. Eine weitere Begrenzung des Dämpfungsraumes 22 kann durch einen z. B. kegelstumpfförmig oder auch plan verlaufenden Flächenbereich 21 des Druckverstärkungselementes 5 gebildet werden. Der kegelstumpfförmig verlaufende Bereich 21, eine hydraulisch wirksame Fläche 32 bildend, ist zunächst bei Überströmen von Kraftstoff aus dem Arbeitsraum 2 in den Dämpfungsraum 22 wirksam. Das Dämpfungselement 15 durchsetzend, d. h. dessen Stützfläche 14 durchstoßend, ist eine Dämpferdrossel 24 vorgesehen. In der Position des Druckverstärkungselementes 5 gemäß der Zeichnung überdeckt der innere Ring 20 des Dämpfungselementes 15 einen an den kegelstumpfförmigen Umfangsflächenbereich 21 angrenzenden Ringbereich 34 des Druckverstärkungselementes 5, der hydraulisch wie der kegelstumpfförmig verlaufende Bereich 21 wirkt. Im Spalt zwischen dem Dämpfungselement 5 und der Mantelfläche des

Druckverstärkungselementes und im Ringbereich 34 kommt es zu einer Druckunterwanderung, d. h. im Arbeitsraum 2 und im Dämpfungsraum 22 herrscht der gleiche Druck. Die sich einstellende Spaltleckage ist jedoch klein im Vergleich zu dem Kraftstoffvolumenstrom, der über den Querschnitt der Dämpferdrossel 24 strömt.

5

Ferner sind im Bereich des Dämpfungselementes 15 am Umfang des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 eine Steuerkante 25 sowie mehrere am Umfang des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 verteilt angeordnete Anschliffflächen 26 vorgesehen. Entsprechend des Hubweges (Bezugszeichen 29) des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 bei Druckentlastung des Differenzdruckraumes 6 fährt die Steuerkante 25 vertikal nach unten, so dass über die Anschliffflächen 26, die am Umfang des kolbenförmig ausgebildeten Druckverstärkungselementes 5 in einem Winkel von 90° beispielsweise zueinander orientiert sein können, unter hohem Druck stehender Kraftstoff aus dem Arbeitsraum 2 in den Dämpfungsraum 22 einströmt, d. h. die Drosselstelle 24 im Dämpfungselement 15 bei fortschreitendem Hub des Druckverstärkungselementes 5 unwirksam wird.

Das Dämpfungselement 15 umfasst eine eng tolerierte Bohrung 28, durch welche sich das kolbenförmig ausgebildete Druckverstärkungselement 5 bei Druckentlastung des Differenzdruckraumes 6 entsprechend seiner Einfahrriichtung 29 bewegt; zudem wird das Dämpfungselement 15 durch die engtolerierende Bohrung 28 auf dem Druckverstärkungselement 5 zentriert. Das kolbenförmig ausgebildete Druckverstärkungselement 5 ist innerhalb eines Führungsabschnittes 30 im zweiten Gehäuseteil 10.2 des mehrteilig ausgebildeten Gehäuses 10 geführt. Eine den Differenzdruckraum 6 begrenzende Ringfläche am kolbenförmigen Druckverstärkungselement 5 ist mit Bezugszeichen 31 markiert.

Die Funktionsweise des Druckverstärkers gemäß der Zeichnung stellt sich wie folgt dar. Über den Hochdruckanschluss 3 wird der Arbeitsraum 2 mit Kraftstoff befüllt. Im Arbeitsraum 2 des Druckverstärkers 1 herrscht der durch die Hochdruckquelle aufbaubare bzw. im Innenraum eines Hochdruckspeichers herrschende Kraftstoffdruck. Über die Steuerleitung 7 ist der Differenzdruckraum 6 und über die Absteuerleitung 9 der Hochdruckraum 33 des Druckverstärkers 1 ebenfalls mit Kraftstoff befüllt, der unter dem Druck steht, den ein Hochdruckförderaggregat bzw. einen Hochdruckspeicherraum aufbaut. In der in der Zeichnung wiedergegebenen Lage des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 des Druckverstärkers 1 befindet sich dieses in seiner Ruhelage. In diesem Zustand ist die Steuerkante 25 am kolbenförmigen Druckverstärkungselement 5 vom Innenring 20 des Dämpfungselementes 15, das als ringförmiges Einsatzstück ausgebildet ist, überdeckt, so dass die sich in den Arbeitsraum 2 erstreckenden als Anschliffflächen ausgestaltbaren Freiflächen

- 26 verschlossen sind. Ferner ist eine an die beispielsweise kegelstumpfförmig ausgeführte Fläche 21 des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 angrenzende Ringfläche 34 vom inneren Ring 20 des Dämpfungselementes 15 überdeckt. Der über die Dämpferdrossel 24 des Dämpfungselementes 15 vom Arbeitsraum 2 des Druckverstärkers 1 in den Dämpfungsraum 22 eintretende Kraftstoff befüllt den Dämpfungsraum 22 und sorgt auch hier für den durch die Hochdruckquelle aufbaubaren bzw. im Innenraum eines Kraftstoffhochdruckspeichers herrschenden Kraftstoffdruck. Der Druckverstärker 1 ist druckausgeglichen und wird über das Rückstellfederelement 13 in seiner Ausgangslage gehalten.
- 10 Bei einer in der Zeichnung nicht näher dargestellten Druckentlastung des Differenzdruckraumes 6 durch dessen Verbindung mit einem ebenfalls nicht dargestellten Niederdruckbereich eines Kraftstoffeinspritzsystemes nimmt der Druck im Differenzdruckraum 6 ab. Aufgrund des im Arbeitsraum 2 weiter herrschenden hohen Druckes, aufgebracht durch ein nicht dargestelltes Hochdruckförderaggregat oder einen Hochdruckspeicherraum (Common-Rail), beginnt das Druckverstärkungselement 5 sich nach unten zu bewegen und den Kraftstoff im Hochdruckraum 33 und den mit diesem über den Anschluss 9 verbundenen Räumen, z. B. einen Düsenraum, zu komprimieren. Wegen der Volumenvergrößerung im Dämpfungsraum 22 erfolgt ein allmählicher Druckabbau, da der in dem hydraulischen Raum 22 vom Arbeitsraum 2 des Druckverstärkers 1 eintretende Kraftstoff entsprechend
- 20 der Dimensionierung der Dämpferdrossel 24 gedrosselt wird.

Aufgrund der Dämpferdrossel 24 im Dämpfungselement 15 ist ein vollständiger Ausgleich der Volumenvergrößerung des hydraulischen Raumes 22 bei der Bewegung des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 in Einfahrrichtung 29, d. h. auf einen Hochdruckraum 33 des Druckverstärkers 1 zu, nicht möglich. Der Druckverstärker 1 baut innerhalb des Hochdruckraumes 33 weniger Druck auf. Im hydraulischen Raum 22 ist die z. B. kegelstumpfförmig oder plan ausgebildete Fläche 21 als hydraulische Fläche 32 und die an diese angrenzenden Ringfläche 34 ab Beginn der Bewegung des Druckverstärkerelementes 5 des Druckverstärkers 1 wirksam, da der innere Ring 20 des als ringförmiger Einsatz ausgebildeten Dämpfungselementes 15 die Fläche 34 freigibt. Aufgrund des beschränkten Druckaufbaus innerhalb des als Dämpfungsraum fungierenden hydraulischen Raumes 22 unterhalb des Dämpfungselementes 15, fährt das kolbenförmige Druckverstärkungselement 5, das durch einen geringeren als den im Arbeitsraum 2 herrschenden Druck beaufschlagt ist, langsamer in den Hochdruckraum 33 ein. Vom Hochdruckraum 33 des Druckverstärkers 1 strömt unter erhöhtem Druck stehender Kraftstoff in die Steuerleitung 9 zu einem in der Zeichnung nicht dargestellten Kraftstoffinjektor ab. Dieser umfasst stromab des Hochdruckraumes 33, sich an die Steuerleitung 9 anschließende Bohrungen, einen Düsensitz am brennraumseitigen Ende sowie Einspritzöffnungen, die als hydraulische Dros-

selquerschnitte fungieren. Daher strömt bei einem im Hochdruckraum 33 herrschenden niedrigeren Druck als des Auslegungsdrucks des Druckverstärkers 1 weniger Menge ab. Der reduzierte Druckaufbau innerhalb des hydraulischen Raumes 22 bewegt das kolbenförmig ausgebildete Druckverstärkungselement 5 zudem langsamer in den Hochdruckraum 33 hinein.

Ab Überschreiten eines durch die Lage der Steuerkante 25 am Umfang des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 definierten Hubweges fährt die Steuerkante 25 aus der Bohrung 28 des Dämpfungselementes 15 aus. Die sich an die Steuerkante 25 anschließenden, am Umfang des kolbenförmigen Druckverstärkungselement 5 ausgebildeten Freiflächen 26 erlauben ein Einströmen von Kraftstoff aus dem Arbeitsraum 2 des Druckverstärkers in den sich aufgrund der Bewegung des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 in Richtung des Pfeilers 29 ständig vergrößernden hydraulischen Raum 22. Ab dem Ausfahren der Steuerkante 25 aus der Bohrung 28 des ringförmig ausgebildeten Dämpfungselementes 15 wird die Dämpferdrossel 24, wegen der Freigabe der Freiflächen 26 unwirksam, der Kraftstoff strömt über die Bohrung 28 ungehindert in den hydraulischen Raum 22 ein. Damit steht im sich entsprechend der Einfahrbewegung 29 des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 in den druckentlasteten Differenzdruckraum 6 der Arbeitsdruck im hydraulischen Raum 22 an und wirkt somit auf die gesamte Stirnfläche unter Einschluss der zuvor vom inneren Ring 20 des Dämpfungselementes 15 überdeckten Fläche 34. Dadurch steigt der Druck im Hochdruckraum 33 auf den Auslegungsdruck an. Der vollständige Druckaufbau innerhalb des Hochdruckraumes 33 erfolgt jedoch erst nachdem aus diesem bereits die für Voreinspritzungen notwendige Kraftstoffmenge in die Absteuerleitung 9 zum in der Zeichnung nicht dargestellten Kraftstoffinjektor abgeströmt ist. Nach dem Ausfahren der Steuerkante 25 aus der eng tolerierten Bohrung 28 des ringförmig konfigurierten Dämpfungselementes 15 wirkt auf das kolbenförmige Druckverstärkungselement 5 der Auslegungsdruck des Druckverstärkers, der durch die Dimensionierung der hydraulisch wirksamen Flächen 21 und 34, der Dimensionierung der Fläche des Druckverstärkungselementes 5, die von der Bohrung 28 umgeben ist, vorgegeben ist. Die Fläche des Druckverstärkungselements 5, die von der Bohrung 28 umgeben ist wird stets mit dem im Arbeitsraum 2 herrschenden Druck beaufschlagt. Nach dem Ausfahren der Steuerkante 25 aus der Bohrung 28 steht der Druck im Arbeitsraum 2, der jetzt auch im hydraulischen Raum 22 ansteht, am gesamten Kolbenquerschnitt (vergleiche Durchmesser 30) des Druckübersetzungselementes 5 an.

Mit der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung lassen sich kleine Einspritzmengen bei niedrigerem Druck darstellen, wohingegen ein vollständiger Druckaufbau durch den erfindungsgemäß vorgeschlagenen Druckverstärker 1 zur Realisierung von Haupteinspritzungen



in den Brennraum einer selbstzündenden Verbrennungskraftmaschine durch den Kraftstoffinjektor kaum beeinträchtigt wird. Entsprechend der Auslegung der Dämpferdrossel 24 am Dämpfungselement 15 und der Dimensionierung des Durchmessers der Bohrung 28 kann die Einfahrtgeschwindigkeit des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes 5 mit seiner unteren Stirnseite 8 in den Hochdruckraum 33 gesteuert werden, ebenso das beim allmählichen Einfahren in Richtung 29 in den Hochdruckraum 33 sich einstellende Druckniveau. Die in der Stützfläche 14 oberhalb der Dämpferdrossel 24 ausgebildete Ausnehmung 27 verhindert, dass die Rückstellfeder 13 die Dämpferdrossel 24 verschließt.

Durch das Anbringen einer Dämpferdrossel 24 an einem bereits in einem mehrteiligen Gehäuse 10 eines Druckverstärkers 1 aufgenommenen ringförmigen Einsatzelementes 15 als Dämpfungselement kann der Einbau zusätzlicher Komponenten am Druckverstärker 1 vermieden werden. Das ringförmige Einsatzelement 15 umfasst einen äußeren Ring 19, der die sich auf der Fläche 14 des ringförmigen Einsatzes 15 abstützende Rückstellfeder 13 seitlich umgibt, so dass diese stets in ihrer Position am ringförmigen Einsatz 15 gehalten ist. Die Rückstellfeder 13 stützt sich andererseits an einer am kolbenförmig ausgebildeten Druckverstärkungselement 5 angeordneten Scheibenfläche 12 ab. Die Ausnehmung 18 am Dämpfungselement bildet den oberen Hubanschlag des Druckverstärkungselementes 5. Ein Hubanschlag für das Druckverstärkungselement 5 des Druckverstärkers 1 kann auch durch ein Anschlagen des oberen Endes des Druckverstärkungselementes 5 am ersten Gehäuseteil 10.1 realisiert werden.

Figur 2 zeigt eine Ausführungsvariante eines hubabhängig wirkenden Dämpfungselementes.

In der Ausführungsvariante des ringförmigen, als Dämpfungselement fungierenden Einsatzes 15 gemäß Figur 2 umfasst diese einen Außenring 19. In der in Figur 2 dargestellten Ausführungsvariante eines ringförmigen Einsatzes 35 (Dämpfungselement) ist der Außenring fortgefallen. Der ringförmige Einsatz 35, gemäß der Darstellung in Figur 2, ist im Wesentlichen scheibenförmig konfiguriert und liegt innerhalb einer Ausnehmung 18 im oberen ersten Gehäuseteil 10.1 des Druckverstärkers 1 an. Die das Druckverstärkungselement 5 beaufschlagende Rückstellfeder 13 stützt sich an der Stützfläche 14 des ringförmigen Dämpfungselementes 35 ab. Darüber hinaus wird die Rückstellfeder 13 durch eine Anlagefläche 36 im ersten Gehäuseteil 10.1 zentriert.

Die Ausbildung des Druckverstärkungselementes 5 gemäß der Darstellung in Figur 2 entspricht im Wesentlichen derjenigen des Druckverstärkungselementes 5 gemäß Figur 1, d. h. an der dem ringförmigen Einsatz 35 gemäß Figur 2 zuweisenden Seite des Druckverstär-

kungselementes 5 befindet sich eine hydraulisch wirksame Fläche 32, die analog zur Darstellung des Druckverstärkungselementes 5 gemäß Figur 1 als kegelstumpfförmig verlaufende Fläche 21 ausgebildet ist. Entlang einer Gehäuseteilung 16 liegen das erste Gehäuseteil 10.1 und das zweite Gehäuseteil 10.2 aneinander an. Der ringförmig ausgebildete Einsatz 35 umfasst eine Bohrung 28, welche die Umfangsfläche des Druckverstärkungselementes 5 unterhalb der Steuerkante 25 umschließt. Oberhalb der Steuerkante 25 sind am Druckverstärkungselement 5 freie Flächen 26 ausgebildet. Darüber hinaus fehlt am ringförmigen Einsatz 35 der Innenring 20, so dass die Unterseite des scheibenförmig ausgebildeten Einsatzes (Dämpfungselement 35) und die obere Stirnseite des Druckverstärkungselementes 5 den Dämpfungsraum 22 begrenzen.

# Bezugszeichenliste

5	1	Druckverstärker
	2	Arbeitsraum
	3	Hochdruckleitung
	4	Einströmrichtung
	5	Druckverstärkungselement
10	6	Differenzdruckraum
	7	Steuerleitung
	8	Stirnseite Druckverstärkungselement
	9	Absteuerleitung zum Kraftstoffinjektor
	10	Gehäuse
15	10.1	erstes Gehäuseteil
	10.2	zweites Gehäuseteil
	11	Wandung Arbeitsraum
	12	Stützscheibe
	13	Rückstellfeder
20	14	Stützfläche
	15	ringförmiger Einsatz (Dämpfungselement)
	16	Gehäuseteilung
	17	Aufsatzfläche Dämpfungselement
	18	Ausnehmung für Dämpfungselement
25	19	Außenring
	20	Innenring
	21	kegelstumpfförmige Fläche
	22	hydraulischer Raum (Dämpfungsraum)
	23	Begrenzungsfläche
30	24	Dämpferdrossel
	25	Steuerkante
	26	freie Fläche
	27	Ausnehmung
	28	Bohrung
35	29	Einfahrriechtung
	30	Führungsabschnitt Gehäuse 10.2
	31	Ringfläche
	32	hydraulisch wirksame Fläche

- 33 Hochdruckraum
- 34 angrenzende Ringfläche - Druckverstärkungselement
- 35 scheibenförmiger Einsatz (Dämpfungselement)
- 36 Anlagefläche erstes Gehäuseteil 10.1

Patentansprüche

1. Druckverstärker für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem in einem Gehäuse (10) eingelassenen kolbenförmigen Druckverstärkungselement (5), welches einen Arbeitsraum (2) und einen Differenzdruckraum (6) voneinander trennt, wobei der Differenzdruckraum (6) über eine Steuerleitung (7) mit einer Hochdruckquelle verbindbar oder in einen Niederdruckbereich druckentlastbar ist und das kolbenförmige Druckverstärkungselement (5) durch eine Rückstellfeder (13) beaufschlagt ist, die sich an einem ringförmigen Einsatz (15) des Gehäuses (10) abstützt, dadurch gekennzeichnet, dass am Einsatz (15, 35) eine Dämpferdrossel (24) ausgeführt ist, über die Kraftstoff vom Arbeitsraum (2) des Druckverstärkers (1) bei Druckentlastung des Differenzdruckraumes (6) in einen hydraulischen Raum (22) einströmt.
2. Druckverstärker gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der hydraulische Raum (22) durch eine Begrenzungsfläche (23) des Einsatzes (15, 35) und eine hydraulisch wirksame Fläche (32, 34) am kolbenförmigen Druckverstärkungselement (5) begrenzt ist.
3. Druckverstärker gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wirkung der Dämpferdrossel (24) nach einem bestimmten Hubweg des Druckverstärkungselementes (5) aufgehoben ist.
4. Druckverstärker gemäß Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Einsatz (15, 35) eine an die hydraulisch wirksame Fläche (32) angrenzende Ringfläche (34) des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes (5) in dessen Ruhelage überdeckt.
5. Druckverstärker gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der als Dämpfungselement fungierende Einsatz (15) einen äußeren Ring (19) und einen durch eine Durchgangsöffnung (28) begrenzenden inneren Ring (20) aufweist.
6. Druckverstärker gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der äußere Ring (19) von einer Aufsatzfläche (17) eines Gehäuseteiles (10.2) des Gehäuses (10) abgestützt ist.
7. Druckverstärker gemäß Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der äußere Ring (19) in eine Ausnehmung einer Wandung (11) des Arbeitsraumes (2) des Druckverstärkers eingelassen ist.

8. Druckverstärker gemäß Ansprüche 1 und 3, dadurch gekennzeichnet, dass das kolbenförmige Druckverstärkungselement (5) eine Steuerkante (25) aufweist, die in Ruhelage des kolbenförmigen Druckverstärkungselementes (5) vom Einsatz (15, 35) überdeckt ist.

9. Druckverstärker gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das kolbenförmige Druckverstärkungselement (5) an die Steuerkante (25) angrenzende Freiflächen (26) aufweist und die Mantelfläche des Druckverstärkungselementes (5) im Bereich der Freiflächen (26) als Führung und/oder Zentrierung der Rückstellfeder (13) dient.

10. Druckverstärker gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Freiflächen (26) als Anschlüsse am kolbenförmigen Druckverstärkungselement (5) ausgeführt sind.

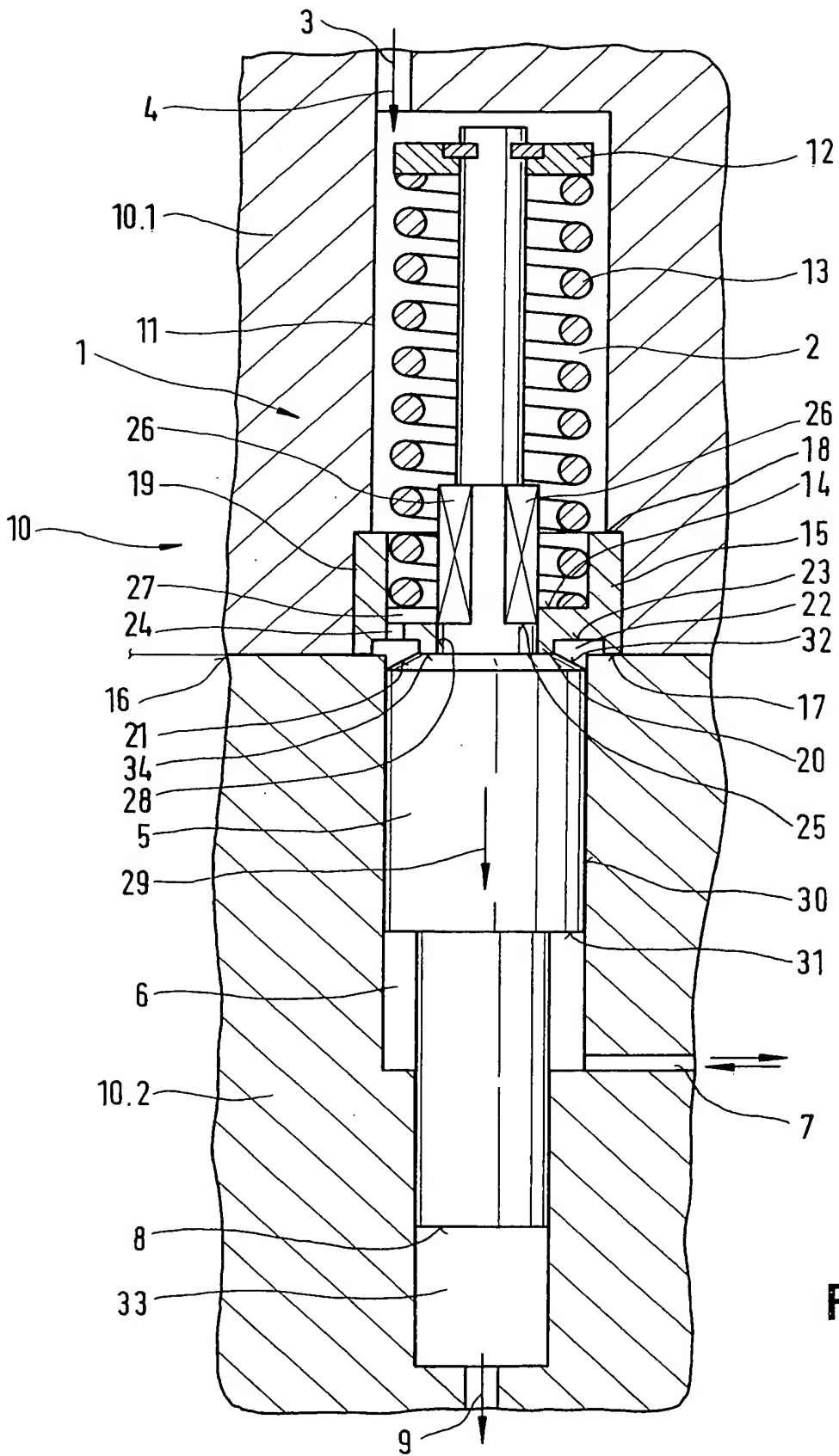
11. Druckverstärker gemäß Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Freiflächen (26) sich in den Arbeitsraum (2) erstrecken.

12. Druckverstärker gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der als Dämpfungselement fungierende Einsatz (35) scheibenförmig ausgebildet ist und in eine Ausnehmung (18) eines ersten Gehäuseteiles (10.1) des Gehäuses (10) eingelassen ist.

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Druckverstärker für eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit einem in einem Gehäuse (10) eingelassenen, kolbenförmigen Druckverstärkungselement (5), welches einen Arbeitsraum (2) von einem Differenzdruckraum (6) trennt. Der Differenzdruckraum (6) ist über eine Steuerleitung (7) mit einer Hochdruckquelle verbindbar oder in einen Niederdruckbereich druckentlastbar. Das kolbenförmige Druckverstärkungselement (5) ist durch eine Rückstellfeder (13) beaufschlagt. Die Rückstellfeder (13) stützt sich an einem ringförmigen Einsatz (15) innerhalb des Gehäuses (10) ab. Am ringförmigen Einsatz (15) ist eine Dämpferdrossel (24) ausgeführt, über die Kraftstoff vom Arbeitsraum (2) des Druckverstärkers (1) bei Druckentlastung des Differenzdruckraumes (6) in einen hydraulischen Raum (22) einströmt.

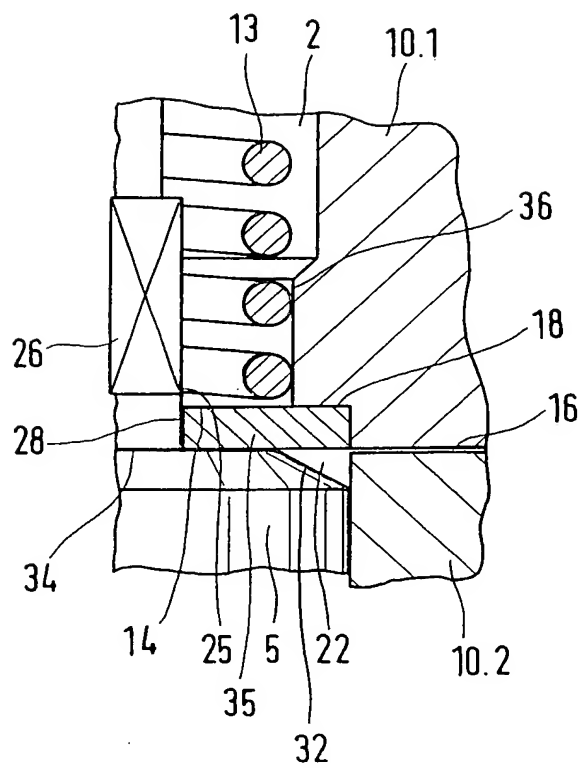
Figur 1



**Fig. 1**



Fig.2



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Rec'd PCT/PTO 25 APR 2005  
 International Application No.  
 PCT/DE 03/02312

10/532505

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 F02M57/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 IPC 7 F02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 199 10 970 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28 September 2000 (2000-09-28) column 4, line 50 -column 5, line 25; figure 5	1
A	DE 198 48 904 A (HYDRAULIK RING GMBH) 27 April 2000 (2000-04-27) abstract; figure 4	1,3,4,8
A	EP 0 789 143 A (ISUZU MOTORS LTD) 13 August 1997 (1997-08-13) column 3, line 53 - line 58; figure 3	1
A	US 4 948 049 A (BRISBON ERIC S ET AL) 14 August 1990 (1990-08-14) column 5, line 50 -column 6, line 29; figures 1,3-5	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 October 2003

Date of mailing of the international search report

17/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kolland, U

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19910970	A	28-09-2000	DE 19910970 A1	28-09-2000
			WO 0055496 A1	21-09-2000
			EP 1078160 A1	28-02-2001
			JP 2002539372 T	19-11-2002
			US 6453875 B1	24-09-2002
DE 19848904	A	27-04-2000	DE 19848904 A1	27-04-2000
			IT RM990621 A1	11-04-2001
			US 6279543 B1	28-08-2001
EP 0789143	A	13-08-1997	JP 9217663 A	19-08-1997
			DE 69709550 D1	21-02-2002
			DE 69709550 T2	01-08-2002
			EP 0789143 A1	13-08-1997
			US 5743234 A	28-04-1998
US 4948049	A	14-08-1990	EP 0384882 A2	29-08-1990

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT 03/02312

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F02M57/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F02M

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 199 10 970 A (BOSCH GMBH ROBERT) 28. September 2000 (2000-09-28) Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 25; Abbildung 5	1
A	DE 198 48 904 A (HYDRAULIK RING GMBH) 27. April 2000 (2000-04-27) Zusammenfassung; Abbildung 4	1,3,4,8
A	EP 0 789 143 A (ISUZU MOTORS LTD) 13. August 1997 (1997-08-13) Spalte 3, Zeile 53 - Zeile 58; Abbildung 3	1
A	US 4 948 049 A (BRISBON ERIC S ET AL) 14. August 1990 (1990-08-14) Spalte 5, Zeile 50 - Spalte 6, Zeile 29; Abbildungen 1,3-5	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Oktober 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

17/10/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kolland, U

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/02312

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19910970	A	28-09-2000	DE 19910970 A1	28-09-2000
			WO 0055496 A1	21-09-2000
			EP 1078160 A1	28-02-2001
			JP 2002539372 T	19-11-2002
			US 6453875 B1	24-09-2002
DE 19848904	A	27-04-2000	DE 19848904 A1	27-04-2000
			IT RM990621 A1	11-04-2001
			US 6279543 B1	28-08-2001
EP 0789143	A	13-08-1997	JP 9217663 A	19-08-1997
			DE 69709550 D1	21-02-2002
			DE 69709550 T2	01-08-2002
			EP 0789143 A1	13-08-1997
			US 5743234 A	28-04-1998
US 4948049	A	14-08-1990	EP 0384882 A2	29-08-1990